



## IEA DEFINICIJA

Ergonomija je naučna disciplina koja se bavi razumevanjem interakcija između ljudi i ostalih elemenata sistema, ali je i struka koja primjenjuje teoriju, načela, podatke i metode dizajna/projektovanja u cilju optimizacije blagostanja ljudi i ukupnih performansi sistema.

# ERGONOMIJA

- **Ergonomija je nauka koja se bavi dizajnom proizvoda tako da oni najbolje budu prilagođeni ljudskom telu.**
- **ERGON** – koren reči dolazi iz grčkog jezika i znači ljudski rad  
**NOMOS** – koren reči dolazi iz grčkog jezika i znači zakon ili pravilo
- Ergonomija je u suštini, ali i sadržajno multi i interdisciplinarna sistemska nauka koja se bavi sistemom čovek-mašina kako bi se mašina prilagodila čovekovim bio-psiho-socijalnim ograničenjima i zahtevima, a da bi upotreba mašine bila efikasnija, bezbednija i pouzdanija.
- Pod pojmom mašina podrazumeva se svaki materijalni predmet sa kojim čovek dolazi u dodir prilikom obavljanja nekog posla, tako da je mašina tastatura računara, obična olovka, ali i lokomotiva, automobil, avion itd.
- **Ergonomsko projektovanje** je proces oblikovanja sistema čovek-mašina-okruženje na osnovu ergonomskih principa.
- Polaznu osnovu u ergonomskom projektovanju čine ergonomski podaci koji se prema izvoru mogu podeliti na:
  - Egzaktne,
  - Empirijske, i
  - Izvedene podatke.
- Prema uzorku sa koga su dobijeni, ergonomski podaci mogu biti namenjeni projektovanju za **opštu, posebnu i specijalnu** populaciju.

# PODELE ERGONOMIJE

- **PODELA ERGONOMIJE:**

- Fizička ergonomija;
- Kognitivna ergonomija;
- Organizациона ergonomija.

- **Fizička ergonomija** se bavi ljudskim anatomskim, antropometrijskim, fiziološkim i biomehaničkim karakteristikama koje se odnose na fizičku aktivnost.

- **Kognitivna ergonomija** se bavi mentalnim procesima, kao što su percepcija, pamćenje, rasuđivanje, motorički odgovor, jer oni utiču na interakcije između ljudi i drugih elemenata sistema.

- **Organizациона ergonomija** se bavi optimizacijom sociotehničkih sistema, uključujući i njihove organizacione strukture, politike i procese.

- **VRSTE ERGONOMIJE**

**Koncepcijska ergonomija:** bavi se oblikovanjem ergonomskih mera u samom početku konstruisanja nekog sistema, najbolja je i najjeftinija.

**Sistemska ergonomija:** vodi brigu o usklađivanju funkcija jednog proizvodnog sistema. Ima zadatak oblikovanja organizacije radnog sistema, oblikovanje radnog mesta, radnog područja i radne okoline, izbor i školovanje osoblja.

**Korektivna ergonomija:** javlja se u kasnijem periodu realizacije ili korištenja radnog sistema, manje je uspešna ali i skuplja od prethodno navedenih vrsta ergonomije.

**Softverska ergonomija:** razvija metode i kriterijume za izvršavanje procena softverskih proizvoda s ciljem poboljšanja tehnologije, poboljšanja radne motivacije, povećanja radnih kompetencija i razvoja osobnosti.

**Hardverska ergonomija ili «klasična ergonomija»** bavi se proučavanjem tehničko-fizikalnih komponenti računarskog sistema i njegove neposredne i posredne okoline, kao što je npr. stolica, radna površina, reflektirajuće površine i slično.

# ERGONOMSKI CILJEVI I METODOLOGIJA



- **Ergonomski ciljevi:**

- Dizajniranje sredstava za rad, uslova rada, procesa rada i proizvoda tako da budu komforni, bezbedni, efikasni i da doprinose zadovoljstvu čoveka
- Proučavanje fizičkih i mentalnih uticaja na ljudske radne kapacitete i kvaliteta reakcija na primljene stimuluse iz okruženja
- Optimizacija interakcije čoveka i ostalih elemenata sistema
- Razvoj postupaka za obavljanje rada i drugih ljudskih aktivnosti
- Testiranje i procena sredstava za rad, proizvoda, radnog okruženja i postupaka sa ergonomskog aspekta
- Izbor i obuka osoblja koje će raditi na opremi, proizvodima, napravama i procesima
- Prikupljanje i prezentacija ergonomskih podataka za primenu u projektovanju
- Smanjenje vremena i troškova projektovanja
- Unapređenje upotrebljivosti i kvaliteta proizvoda.

- **Ergonomska metodologija** se zasniva na primeni brojnih procedura i postupaka koji obuhvataju primenu raznovrsnih alata i tehnika, kao i mernu opremu i softver za simulaciju, procenu i dizajniranje.

- **Ergonomija se primenjuje** u dizajniranju: svih transportnih sredstava, vojnih sistema, hidro i termo energetske sistema, proizvodne opreme i procesa, sredstava za komunikaciju, poljoprivrednih mašina i opreme, saobraćajnih sistema (puteva i dr.), aparata i uređaja za svakodnevnu upotrebu (i u domaćinstvu), sportske i rekreativne opreme, garderobe, pomagala i opreme za hendikepirane, medicinske opreme, proizvoda široke potrošnje i usluga. Ona ima primenu i u građevinarstvu, zdravstvu, prosveti, turizmu i drugim privrednim granama.

Primeri ergonomskih rešenja

# ZNAČAJ ERGONOMIJE

- Ergonomija se primenjuje u svim vodećim firmama iz oblasti tehnike, kao na primer:

The screenshot shows the NASA Occupational Health website. The header includes the NASA logo, the text "NASA Occupational Health A Healthier NASA", and a calendar for March 2008. Navigation links include "+ Archive", "+ Awards", "+ Contact OH", and "+ Text Only Page". A secondary navigation bar contains "+ OCHMO", "+ CONFERENCES", "+ NEWSLETTER", "+ DIRECTORY", and "+ HEALTHIERYOU". The main content area is titled "Ergonomics" and features a large image of a person at a computer. Below this, there are sections for "ABOUT ERGONOMICS" and "OTHER RESOURCES". The "ABOUT ERGONOMICS" section defines ergonomics as an applied science that designs workplace equipment to optimize productivity and reduce injury risk. The "OTHER RESOURCES" section includes links to "Additional Online Resources" and "Software Products". A sidebar on the left lists "OH Disciplines" such as Employee Assistance, Environmental Health, Occupational Medicine, Physical Fitness, Workers' Comp., and Professional Resources.

The screenshot shows the Microsoft Hardware website. The header features the Microsoft logo and a link to "Click Here to Install Silverlight". The main content area is titled "Microsoft Hardware" and includes a section for "Natural Wireless Laser Mouse 6000". Below this, there is a "Healthy Computing" section with three articles: "Microsoft Hardware Healthy Computing Guide", "The Importance of Ergonomic Input Devices in the Workplace", and "Workplace Wellness. Making Your Workplace a Better Place". Each article includes a small image and a brief description. A sidebar on the left lists various hardware categories and resources, including "Hardware Home", "Mice and Keyboards", "Internet Communications", "Presenters", "Media Center", "Peripherals", "Gaming Products", "Fingerprint Reader", "Other Products", "Special Offers", "Resources", "Site Map", "Downloads", "Product Support", "Support for Windows Vista®", "Registration", "Documentation", "About Hardware", "Information For", "Hardware Worldwide", "Journalists", "Partners", "IP Licensing", and "Related Products".

# ZNAČAJ ERGONOMIJE

- Ergonomija se primenjuje u svim vodećim firmama iz oblasti tehnike, kao na primer:

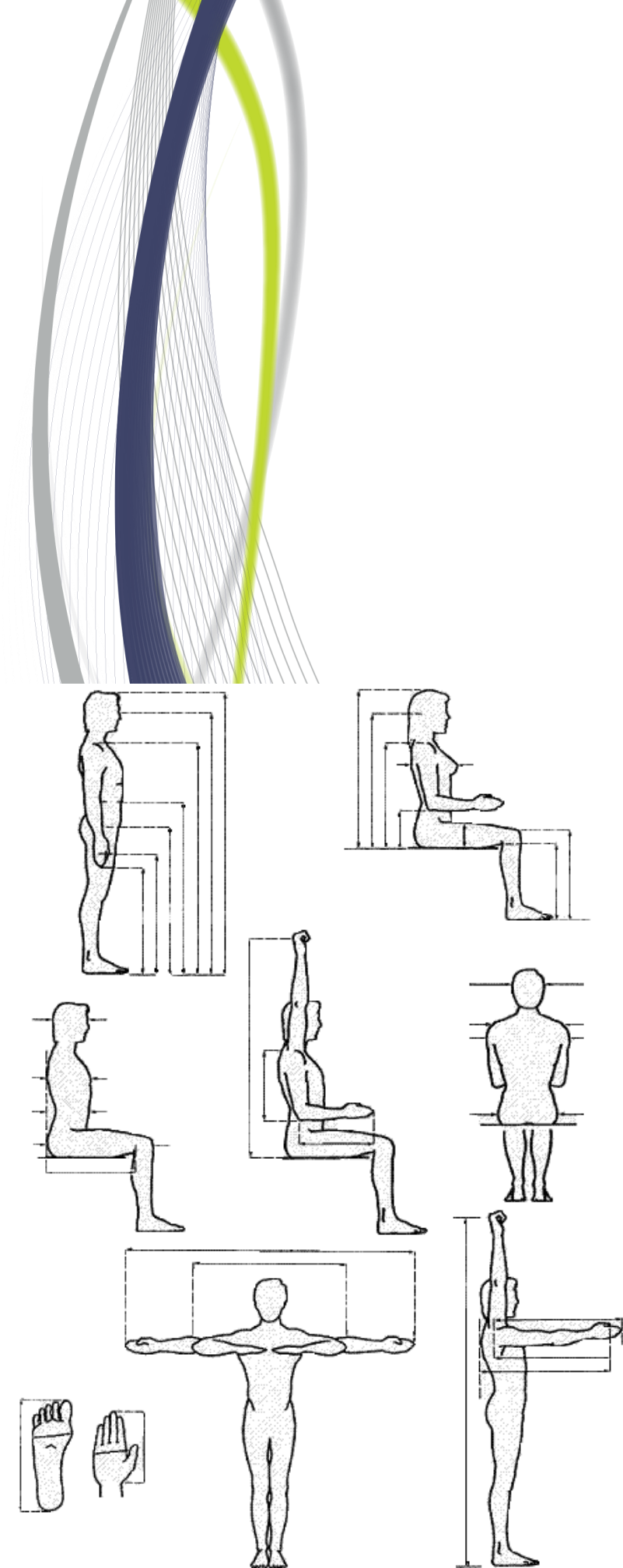


Avion C - 141

Na avionu je primenjeno preko 100 ergonomskih rešenja. Ostvarena je ušteta od preko 5 miliona US \$, dok je ergonomski program koštao 500.000 US \$ (odnos troškovi - dobit 1:10). Tokom životnog ciklusa aviona je na bazi primene ergonomskih rešenja ostvaren ukupni odnos troškovi - dobit od 1 : 50.

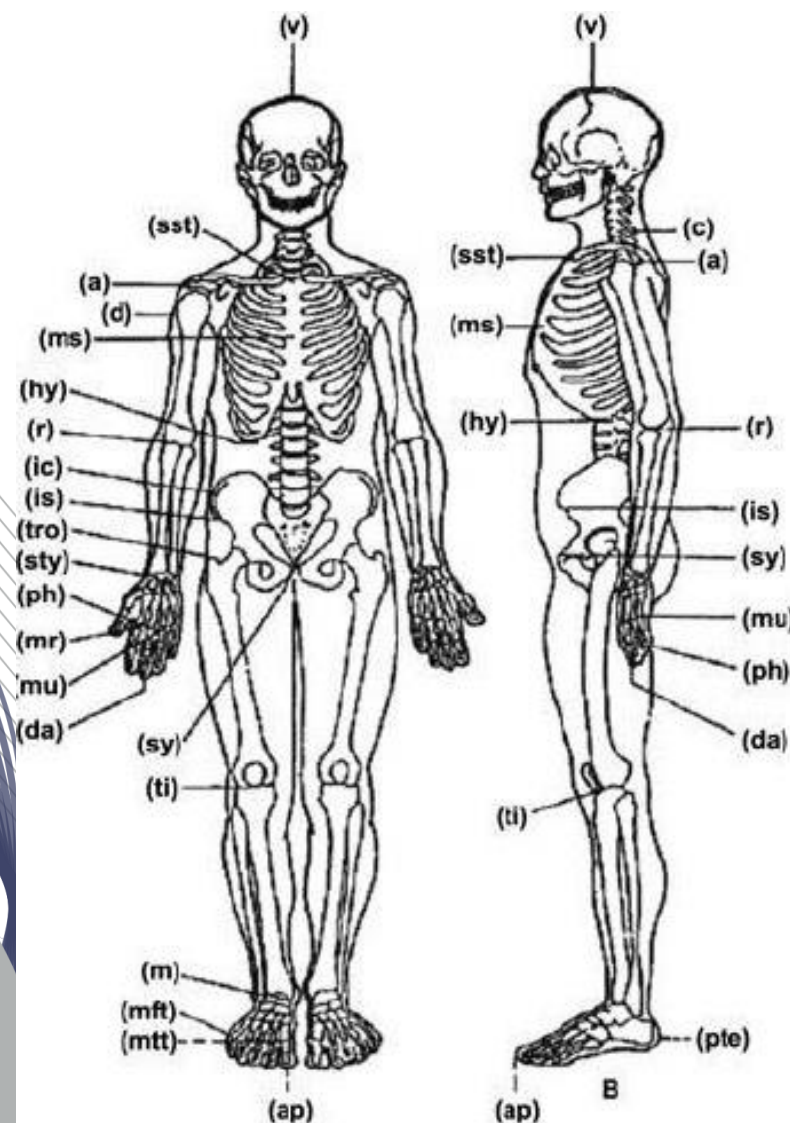
# Antropometrija

- Ergonomija se služi antropometrijskim podacima u cilju projektovanja mašina, alata, uređaja, radne okoline i proizvoda prilagođenih antropometrijskim osobinama čoveka.
- **Antropometrija** je grana antropologije koja se bavi merenjima ljudskog tela, njegovih delova i funkcionalnih sposobnosti.
- Antropometrijska merenja se vrše standardnim instrumentima po utvrđenoj metodologiji, što omogućava njihovo upoređivanje.
- Postoje dva tipa antropometrijskih merenja prema kojima se antropometrija deli na:
  - **Statičku (strukturalnu) antropometriju (telo u mirovanju),**
  - **Dinamičku (funkcionalnu) antropometriju (telo u pokretu).**
- Postoje mnogi faktori koji utiču na varijabilnost antropometrijskih podataka:
  - Pol;
  - Godine starosti;
  - Etnička pripadnost;
  - Socioekonomski status;
  - Doba dana...



# Antropometrijska merenja

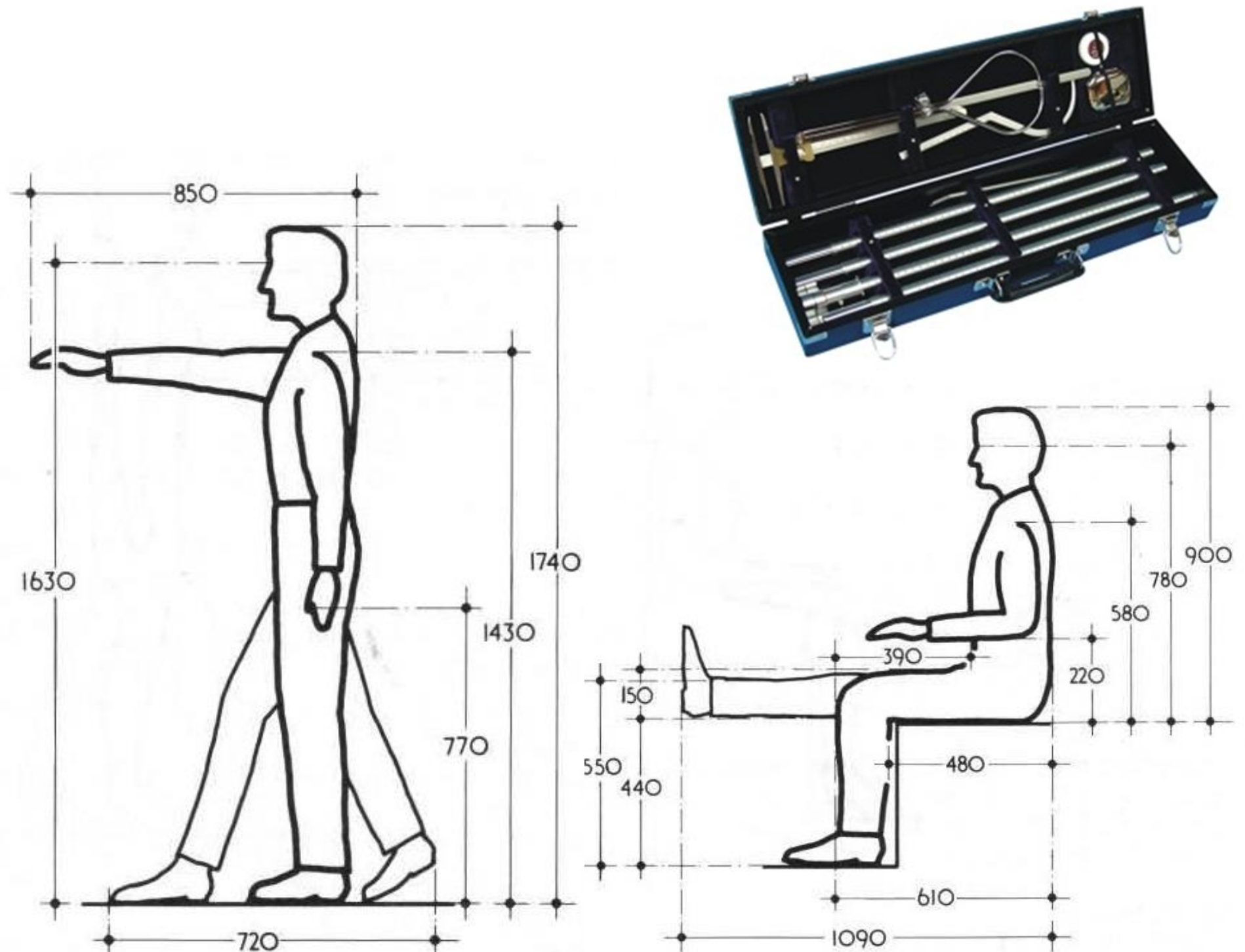
- Pre početka merenja moramo odrediti antropometrijske tačke.
- Antropometrijske tačke moraju biti određene kao standardne situacije koje omogućavaju potrebno mjerenje te su one uglavnom vezane za kosti.
- Glavne antropometrijske tačke su:



(a) AKROMION  
(ap) AKROPODIN  
(B) BASIS  
(c) CERVICALE  
(da) DAKTYLION  
(d) DELTOIDE  
(hy) HYPOCHONDRIACALE  
(ic) ILIOSCRISTALE  
(is) ILIOSPINALE  
(m) MALLEOLARE  
(ms) MESOSTERNALE  
(mr) METACARPALERADIALE  
(mu) METACARPALE ULNARE  
(mtf) METATARSALE FIBULARE  
(mtt) METATARSALE TIBIALE  
(ph) PHALANGION  
(pte) PTERNION  
(r) RADIALE  
(sty) STYLION  
(sy) SYMPHSION  
(ti) TIBIALE  
(v) VERTEX

# Antropometrijska merenja

- Merenja se izvode u stojećem i sedećem položaju

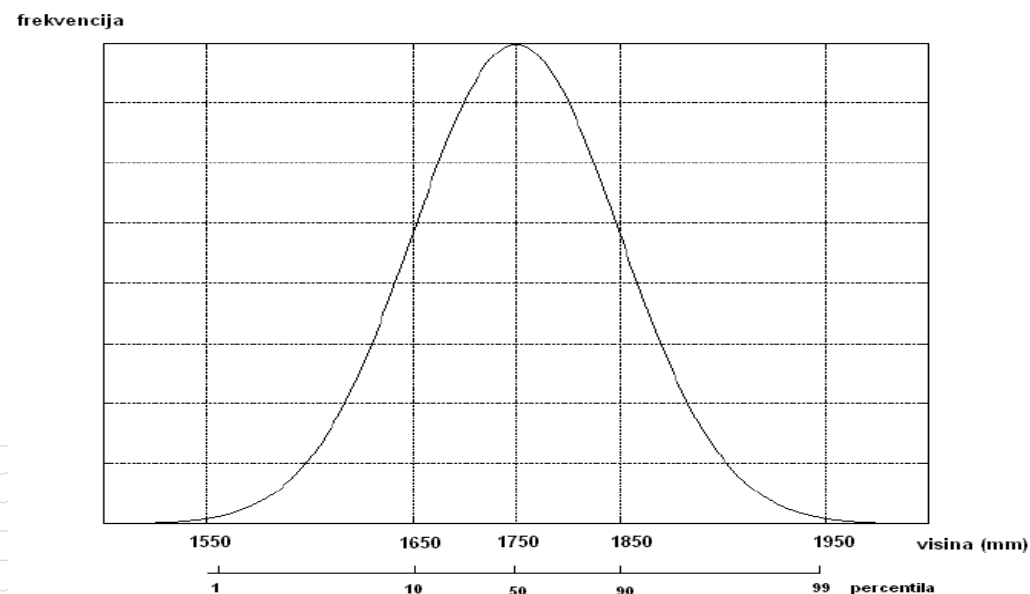


# Interpretacija antropometrijskih podataka

- Za potrebe ergonomskeg projektovanja neophodno je odrediti aritmetičku sredinu, standardnu devijaciju i centilne veličine za svaku antropometrijsku varijablu.
- **Aritmetička sredina** je statistička mera kojom se iskazuju homogene veličine, a izračunava se tako što se saberu sve izmerene vrednosti određene varijable, pa se dobijeni zbir podeli ukupnim brojem mernih uzoraka (ispitanika):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

- Statistička obrada antropometrijskih podataka pokazuje da oni imaju tendenciju grupisanja i ravnomernog rasipanja oko srednje vrednosti, tj. da podležu **normalnoj raspodeli**, koja se može prikazati **Gausovom krivom distribucije**



# Interpretacija antropometrijskih podataka

- **Standardna devijacija** -  $\sigma$  iskazuje gustinu grupisanja podataka oko aritmetičke sredine. Dobija se kao kvadratni koren iz količnika zbira kvadratnih odstupanja svake izmerene vrednosti od aritmetičke sredine i broja podataka (ispitanika).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Cx	Kx
1.	-2,33
5.	-1,64
10.	-1,28
25.	-0,67
75.	+0,67
90.	+1,28
95.	+1,64
99.	+2,33

- Nijedna osoba nije prosečna u pogledu svih svojih telesnih dimenzija tj. "prosečan čovek" ne postoji.
- Projekat baziran na "prosečnom čoveku" isključio bi najmanje 50% korisnika, što je suprotno od ciljeva ergonomije.
- Potrebno je koristiti raspon vrednosti, te se antropometrijski podaci izražavaju preko tzv. Centila.
- **Centilom se izražava procenat populacije koji sigurno ima manju vrednost antropometrijske veličine od one koja pripada datom centilu.**
- Dakle, 5-ti centil, za npr. dužinu ruke, označava da 5 % ljudi ima dužinu ruke koja je ista ili manja od vrednosti koja je izračunata za ovaj centil.
- Bilo koji centil može se izračunati pomoću formule:

$$C_x = \bar{X} \pm k_x \sigma$$

- U praksi se najčešće koriste tzv. "centili praga" - 5. i 95. centil.

The image displays two 3D renderings of a male participant seated in a specialized motion capture chair. The chair is red with black padding and features a base with multiple horizontal layers, suggesting vibration or movement capabilities. The participant is wearing a blue long-sleeved shirt and black pants, and is holding black handles on the chair's armrests. The background is white. The left rendering shows the participant from a front-facing perspective, while the right rendering shows him from a side profile. The text 'Tabela' is visible in the top right corner, and 'Tabo' is partially visible in the bottom right corner.

Tabela 1: Antropomere rukovaoca kranom u Srbiji 2012. godine



	v visina	v <sub>s</sub> visina sedenja	p visina podkolenic e	n dužina nadkolenice	a širina ramena	b širina kuka	h dužina ruke
Standardna devijacija	59,46926	53,2541614	30,028818	38,14526524	46,16979	59,83588	45,32676
Aritmetička sredina	1750,297	893,203125	578,984375	613,953125	467,4688	390,7813	689,7344
5 <sup>th</sup> -perc.	1652	806	530	551	391	290	616
95 <sup>th</sup> -perc.	1848	981	628	677	543	490	764

Tabela 2: Antropomere vozača putničkog automobila u Srbiji u 2004. godini

	Muškarci				Žene			
	5 <sup>th</sup> -perc.	50 <sup>th</sup> -perc.	95 <sup>th</sup> -perc.	SD <sub>m</sub> <sup>*</sup>	5 <sup>th</sup> -perc.	50 <sup>th</sup> -perc.	95 <sup>th</sup> -perc.	SD <sub>w</sub> <sup>*</sup>
Višina v (mm)	1664	1785	1906	73,46	1585,6	1793,66	1793,6	63,2
Sedeća visina v <sub>s</sub> (mm)	852	923	994	43,14	758,7	872,7	986,7	69,3
Dužina potkolenice p (mm)	420	559	627	41,79	458,2	518,4	579	36,7
Dužina natkolenice n (mm)	584	665	746	49,01	460,8	590,4	720,0	78,8
Širina ramena a (mm)	403	469	534	40,01	337,2	406,9	473,6	42,4
Širina kuka b (mm)	323	371	420	29,43	196,2	356,9	417,6	36,9
Dužina stopala s <sub>t</sub> (mm)	260	279	298	11,42	230,3	257,6	284,9	16,6
Dužina ruke h (mm)	573	674	774	61,32	481,7	590,8	699,9	66,3
Visina oka stajanje v <sub>a</sub> (mm)	1602	1671	1740	42	1482,8	1581,5	1680,2	60
Visina oka sedenje v <sub>es</sub> (mm)	798	864	930	40,4	710	817	924	64,9
SD - standardna devijacija								